

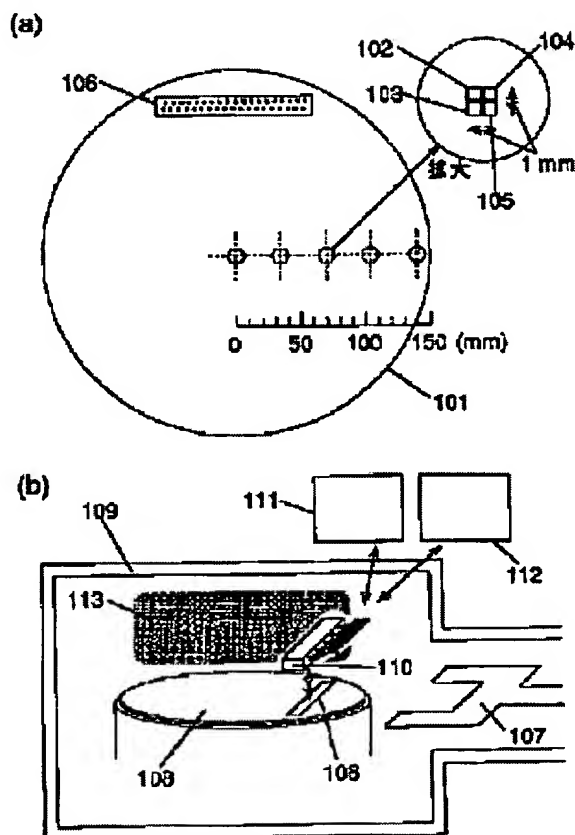
METHOD AND APPARATUS FOR EVALUATING PLASMA

Patent number: JP9266199
Publication date: 1997-10-07
Inventor: ITABASHI NAOSHI; YOKOGAWA KATANOBU; TAJI SHINICHI; YAMAMOTO SEIJI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- **international:** H01L21/3065; C23F4/00; G01N21/27; G01N27/62; H01L21/205; H05H1/00
- **european:**
Application number: JP19960075857 19960329
Priority number(s):

Abstract of JP9266199

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate a plasma for machining works by accurately analyzing the electrons, ions, neutral particles and lights incident on a substrate as well as temp., potential and current on the substrate in the same condition as the substrate being worked, thereby obtaining the mutual relations of them.

SOLUTION: Ion detection elements 102, light detection elements 103, temp. detection elements 104, and current detection elements 105 are disposed on a substrate 101 covered with an insulation film to enable the analysis of the density and energy of incident ions film, spectroscopic analysis and evaluation of the distribution. Thus such various analyzing units are mounted on the substrate to enable the accurate evaluation of the property of a plasma for machining works in the same condition as the actual settings of substrates to be worked. Thus it is possible to attain the development, improvement and control of the processes and apparatus according to reliable guidances which were made cut and try as before.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-266199

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3005			H 0 1 L 21/302	E
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
G 0 1 N 21/27			G 0 1 N 21/27	Z
			27/62	Z
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-75857

(22)出願日 平成8年(1996)3月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 板橋 直志

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 横川 賢悦

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 田地 新一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勲男

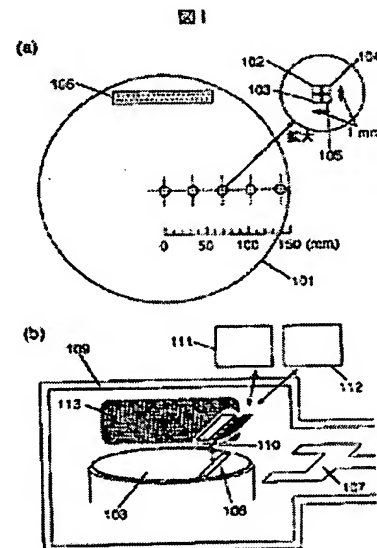
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマの評価方法ならびに装置

(57)【要約】

【解決手段】 プラズマを用いた材料加工時において、基板入射パラメータならびに基板上パラメータを分析する各々の分析素子の設置と、該パラメータの分析により構成され、該分析素子のうち、少なくとも2種類を、被加工材料基板上あるいはこれと同様の形状を有する分析用基板上に設置することを特徴とする。

【効果】 プラズマを用いた材料加工時における被加工材料基板設置条件と同等な条件下で、各々の基板入射パラメータならびに各々の基板上パラメータの分析と、これらのパラメータ間の相関関係の解析を、被加工材料基板の視点に立って行うことが可能となり、材料加工に用いるプラズマを正確に評価することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマを用いた材料加工装置内に、被加工材料基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光を分析するための各々の基板入射パラメータ分析素子、ならびに、被加工材料基板上の温度、電位、電流を分析するための各々の基板上パラメータ分析素子を設置する設置工程と、該分析素子により該パラメータの各々を分析する分析工程からなり、特に、該分析素子のうち少なくとも2種類を、該被加工材料基板上あるいはこれと同様の形状を有する分析用基板上に設置することを特徴とするプラズマ評価方法。

【請求項 2】 プラズマを用いた材料加工装置内に、被加工材料基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光を分析するための各々の基板入射パラメータ分析素子、ならびに、被加工材料基板上の温度、電位、電流を分析するための各々の基板上パラメータ分析素子を設置する手段と、該分析素子により該パラメータの各々を分析する分析手段とからなり、特に、該分析素子のうち少なくとも2種類を、該被加工材料基板上あるいはこれと同様の形状を有する分析用基板上に設置することを特徴とするプラズマ評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体産業における各種材料の微細加工に用いるプラズマ処理装置の評価方法ならびに装置に関わるもので、被加工材料基板に面する領域あるいは被加工材料基板より見込まれる領域におけるプラズマの特性とプラズマを用いた材料加工性能との関係を、プラズマより基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光（基板入射パラメータ）、ならびに、基板上的温度、電位、電流（基板上パラメータ）の分析と、これらパラメータ間の相関関係の解析により評価する方法ならびに装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、プラズマを用いた材料加工においては、プラズマを見込むポート（窓）に様々な分析装置を設置し、これらを用いて分析を行うことにより、プラズマの特性を評価する方法が試みられてきた。例えば、ある一つのポートにはプラズマ中のイオンやラジカルの密度やエネルギーの分析装置（四重極質量分析計等）を、また別のポートには石英窓を介してプラズマ発光を分析するための発光分光分析装置（分光器ならびに光電子増倍管等）を設置し、これらによる分析結果と基板上の温度や電位などの分析結果を併せてプロセス特性に突き合わせ、プラズマ特性のプロセスに及ぼす影響の検討を行ってきた。しかし、このような方法では、プラズマより基板へ入射する粒子や光を、基板上からプラズマを見込む視点に立って分析することは不可能であった。例えば、イオンやラジカルの分析において、材料加工室の側面のポートに分析装置を設置しても、基板に入射する

これらの粒子の直接の情報を得ることはできない。また、たとえ被加工材料基板に見たてた平板にピンホールをあけ、この平板の背後に分析装置を設置し、ピンホールに入射する粒子の分析を試みても、実際の使用条件では材料加工室内には処理用のガスが溜められているため、ピンホールに入射したこれらの粒子は、検出器の検出素子部に到達するまでの間に処理用のガス粒子による衝突を受け、化学状態、荷電状態、エネルギー、軌道などが、基板に入射した時点とは大きく変化してしまい、決してモニターの溝や微小孔の刻まれた基板上で起こる現象を正確に把握することはできなかった。以上のように、プロセスの性能に対してプラズマが適したものであるか否かを評価するために、従来、被加工材料基板の視点から諸入射パラメータを正確に測定することは不可能であった。こうして、従来は、上に説明したような曖昧な分析結果と、別途に基板の表面に設けた熱電対等の温度測定素子を用いて計測した平均的な基板温度や基板全体の浮遊電位測定より得られた平均的な基板表面電位等の情報を併せて評価し、これらとプロセス特性とを対比させながら、基板上で起こっている反応を推定することにより、プロセス装置の開発やプロセス条件設計ならびに最適化を行わなければならなかった。

【0003】 現在、実際のプロセスでは、被加工材料基板面内の加工性能の不均一性や加工形状の不良等の様々な問題に直面している。しかし、実際のところ、それらの原因が不明確のまま解決に至っていないものも多い。例えば、加工性能の不均一性に対する原因としては、被加工材料基板と反応するラジカルの種類や密度、反応をアシストするイオンの種類や密度、イオンの入射エネルギーを決定する基板電位や、表面の反応性や反応生成物の揮発に關係する温度など、諸パラメータのそれぞれの不均一性が影響していると推測される。一方、加工形状の不良に対する原因として、荷電粒子の入射により基板表面に密着電荷の分布（電位分布）が生じ、入射する荷電粒子の軌道やエネルギーに影響を与えているという推測もあり得るが、化学反応など他の現象が関与している可能性も否定できない。ところが、現状では、基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光（基板入射パラメータ）や、温度、電位、電流（基板上パラメータ）の分布等の特性の正確な分析とこれら諸量の間の関係の正確な評価ができないため、プラズマ特性を正確に把握することができず、明確なプロセス制御指針を得ることはできない。これらは、被加工材料基板の視点に立った上記の諸パラメータの分析方法と相互関係の解析方法が今まで確立されていなかったためである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来の技術に記したプラズマ内部の特性を評価する方法では、被加工材料基板よりプラズマを見込む視点とは異なる視点から分析した曖昧な情報のみしか得ることができず、これらの

分析結果と被加工材料基板の平均的な情報とを併せて用いても、プラズマを用いた材料加工性能を正確に評価することは不可能であった。また、上記の従来の技術に記した様に、従来用いられてきた様々な計測装置をたとえ基板の背後に設置してピンホールを介した分析を行っても、決してμmオーダーの溝や微小孔の刻まれた被加工材料基板上で起こる様々な現象を正確に把握することはできなかった。

【0005】本発明が解決しようとする課題は、被加工基板設置状態と同様な状況下において、基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光の各々、ならびに、基板上の温度、電位、電流の各々を正確に分析し、またこれらの相互の関係を解析することにより、これらパラメータと材料加工性能の関係を正確に評価することを可能とし、これにより材料加工に用いられるプラズマを評価することを可能とするプラズマ評価方法ならびに装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題は、プラズマを用いた材料加工時において、被加工材料基板に入射する電子、イオン、中性粒子、光を分析するための各々の基板入射パラメータ分析素子、ならびに、被加工材料基板上の温度、電位、電流を分析するための各々の基板パラメータ分析素子を設置する設置工程ならびに手段と、該分析素子により該パラメータの各々を分析する分析工程ならびに手段からなり、特に、該分析素子のうち少なくとも2種類を、該被加工材料基板上あるいはこれと同様の形状を有する分析用基板上に設置することを特徴とするプラズマ評価方法ならびに装置を用いることにより解決される。

【0007】

【発明の実施の形態】電子、イオン、中性粒子、光（基板入射パラメータ）、ならびに、温度、電位、電流（基板上パラメータ）を分析するための各々の分析素子を、被加工材料基板上あるいはこれと同様の形状を有する分析用基板上に搭載し、該基板をプラズマを用いた材料加工を行うための材料加工室内に設置して、該分析素子の各々に分析素子制御手段ならびに信号検出手段を接続し、上記基板入射パラメータならびに上記基板上パラメータの分析と、これらの相互関係の解析を実施する。このように、基板上に様々な分析装置を搭載することにより、実際の被加工材料基板設置状態と同様の状況の下で、材料加工に用いるプラズマの特性を正確に評価することが可能となる。

【0008】図1に本発明の実施例を示す。図1(a)に示すように、プラズマ特性を評価するための基板には、一例として、絶縁膜で覆われた基板101上に、イオン検出素子102、光検出素子103、温度検出素子104、電位検出素子105を設置した基板を用いた。図に示すように、 $r = 0$ mm（基板の中心）の位置に上記検出素子

（102 から 105）を1組、 $r = 35$ mmの位置に1組、 $r = 70$ mmの位置に1組、 $r = 105$ mmの位置に1組、 $r = 140$ mmの位置に1組、合計5組が設置されている。それぞれの素子には引き出し線（図中では省略）が設けられており、結合手段として用いるコネクタ部106に接続されている。イオン検出素子102には、導体膜と絶縁体膜の積層構造（検出用微小孔を有する）より成る素子を用いた。この構造により、入射イオンの密度とエネルギーの分析が可能である。光検出素子103

には、光応答材料（化合物半導体）上に誘電体多層膜（波長フィルタ）を形成した素子をアレー状に複数個配置した素子集合を用いた。一つ一つの素子は多層膜を構成する誘電体の屈折率ならびに膜厚を少しずつ変えて設計してあり、この構成により、分光分析が可能である。また、この検出素子が上方のプラズマを見込む立体角を一定とするために、多数の高アスペクトの微小孔を有するマスクが波長フィルタの上に設けてある。これにより、基板に入射する光を各々の位置において分析すること（分布の評価）が可能である。温度検出素子104には、CVD法ならびにエッチングによって形成した異種金属接合（熱電対）を用いた。また、電位検出素子105には、イオン検出素子102と類似した導体膜と絶縁体膜の積層構造（検出用微小孔を有する）より成る素子を用いた。

【0009】次に、この基板を用いてプラズマの評価を行う方法を図1(b)を用いて説明する。まず、基板搬送手段107により、基板108を材料加工室109内に設置した。材料加工室109内には、結合手段としてコネクタ部110が設置されている。これを基板上のコネクタ部（図1(a)において説明したコネクタ部106）に結合させることにより、基板108上の各々の素子に、分析素子制御手段111、ならびに信号検出手段112を接続した。以上のように、基板108の設置が完了した後、材料加工室109内にプラズマ113を点火した。

【0010】以下、得られた結果を示す。図2(a)ならびに図2(b)には、イオン検出素子102（図1）によって検出された入射イオンの密度ならびにエネルギーの基板面内分布201、ならびに202をそれぞれ示す。本実施例で用いた研究用エッチング装置（材料加工装置）ならびにプラズマ条件では、入射イオンの密度ならびにエネルギーは、基板中央付近の方が高いことがわかった。これより、ここで用いたプラズマ条件における荷電粒子の生成効率は、基板中央付近において高く、イオンのエネルギーを決定するプラズマポテンシャルと基板電位の差は、同様に基板中央付近において高いことがわかった。但し、以上の結果のみでは、プラズマポテンシャルならびに基板電位の均一性について、それぞれを独立に評価することはできない。

【0011】図3には、光検出素子103（図1）を用いてプラズマより基板に入射する光の分光分析を行った

結果を示す。図 3 (a) は 250 nm から 400 nm の光を透過する波長フィルタ、図 3 (b) は 400 nm から 550 nm の光を透過する波長フィルタ、図 3 (c) は 550 nm から 700 nm の光を透過する波長フィルタ、図 3 (d) は 700 nm から 850 nm の光を透過する波長フィルタを用いた素子からの検出信号の基板径方向の分布 301~304 である。得られた光の入射密度は、いずれの波長フィルタを用いた場合においても基板中央付近において高いことがわかった。これは、上に述べた荷電粒子の生成効率が基板中央付近において高かったことによく対応している。ここで、さらに透過波長帯域の狭い波長フィルタを多数種類用いて、さらに波長分解能の高い分析を行ったが、光の入射密度の径方向分布に波長依存性は見られなかった。これは、基板より見込まれるプラズマより入射する光の密度の径方向分布は、プラズマ中の電子密度の分布を主に反映しており、電子温度には大きな分布はないことを示している。

【0012】図 4 には、温度検出素子 104 (図 1) により計測された基板温度の面内分布 401 を示す。基板温度は面内で $\pm 5\%$ 以内ではほぼ均一であった。図 2 ならび図 3 に述べたように、イオンならびに光の入射特性は、基板中央付近において高くなる分布であった。これにもかかわらず基板温度の面内分布として平坦な分布が得られたことは、基板温度の面内制御が良好に行われていることを示している。

【0013】図 5 には、電位検出素子 105 (図 1) により計測された基板電位の面内分布 501 を示す。基板電位は、基板中央付近において低い値をとる分布となった。図 2 において説明したように、プラズマより基板に入射するイオンのエネルギーは、プラズマ電位と基板電位の差によって決定される。図 2 において示したイオンエネルギーの面内分布のみからは、プラズマ電位の基板径方向の分布と基板電位の面内分布を独立に見ることができない。しかし、図 2 に示したイオンの入射エネルギーの面内分布と、ここで得られた基板電位の面内分布の両者を用いる (加算する) ことによって、プラズマ電位の基板径方向の分布を見ることが出来る。プラズマ電位の分布は、プラズマ中に探針を挿入する方法 (プローブ法) によっても見ることが出来るが、プローブ法を用いる場合には分析のためのプローブがプラズマに擾乱を与えてしまうことは免れ得ない。本実施例に示した基板入射パラメータならびに基板上パラメータの分析においては、基板上に分析素子を設置することによりプラズマ内には何も挿入せずに分析を行っている。このため、プラズマを乱すことなく正確な評価を行うことが可能である。また、本実施例は、本来一つのパラメータを分析しただけでは評価することのできないプラズマ内の特性を、複数種類のパラメータを分析するための分析素子を同一基板上に設置することにより、評価することが可能となった一例を示すものである。ここで

は、入射イオンのエネルギーと基板電位の分析からプラズマ電位を評価する場合を例にとって説明したが、基板上の電位分析素子と電流分析素子によりプラズマ内の電子密度や温度の分布を見ることが、基板に入射するイオンならびに中性粒子の分析素子によりプラズマの被加工材料基板に面する領域の特性と材料加工特性の関係を評価することなど、各々のパラメータを分析するための素子を組み合わせて用いることにより、プラズマを乱すことなく様々な観点からプラズマを評価することが可能となる。

【0014】次に、上に説明したプラズマを用いてエッチングを試みた。その結果、基板中央付近で特にエッチング速度が早く、基板面内で均一なエッチングを行うことができないことがわかった。そこで、再び、図 1 に示した基板 108 を材料加工室内に設置し、イオン、光、温度、電位という 4 つのパラメータの内、光に注目しながら、プラズマ分布制御パラメータ (具体的には、 μ 波 ECR エッチング装置の磁場条件) を調整し、基板への光の入射特性の基板面内分布が平坦となるように設定した。しかし、ここで、基板への光の入射特性の面内分布を平坦な分布としても、イオンの入射特性ならびに電位の面内分布が必ずしも平坦にはならないことが明らかとなった。これは、本実施例で利用した研究用エッチング装置では、励起電子状態の種 (発光種) の径方向の分布と荷電粒子の生成の径方向の分布が必ずしも一致しないことを示している。イオンの密度とエネルギー、光の照射密度とエネルギー (波長)、基板温度、電位分布は、各々がエッチングに対して別々の異なる影響を与える。また、効果の度合いもそれぞれ異なる。このため、全ての基板入射パラメータならびに全ての基板上パラメータを基板面内で均一にできるプラズマ装置を実現することが理想である。そこで、この理想の状態に近付けることを目的として、ここまで用いてきた研究用エッチング装置の改良を行った。プラズマを発生させる材料加工室の形状の検討を重ねた結果、上記の 4 つのパラメータ (イオン、光、温度、電位) の全てについて $\pm 5\%$ 以内の均一性を得ることのできる装置形状を開発した。また、このとき、基板に入射する電子の検出素子、基板に入射する中性粒子の検出素子 (イオン検出素子と同様の構造に電子放出材料を用いたイオン化部を付加したもの)、ならびに、基板に流れ込む電流の検出素子を搭載した基板を準備して、基板面内分布を確認したところ、入射電子、入射中性粒子ならびに基板上電流ともに基板面内で $\pm 5\%$ 以内の良好な均一性が得られていることが確認された。この新規装置形状を有するプラズマエッチング装置を用いて、再びエッチングを試みたところ、基板面内において $\pm 5\%$ 以内のエッチング速度均一性を達成した。

【0015】なお、以上の実施例では、上記検出素子 (102 から 105) における全ての制御信号ならびに検出

信号を電気信号として取り扱っているが、全く同じ情報を光信号として取り扱うことが可能であることは言うまでもない。また、以上の実施例では、分析素子制御手段ならびに信号検出手段はすべて材料加工室の外部に設置し、基板上に設けられた結合手段を介して分析素子制御ならびに信号検出を行った例を示したが、分析素子を搭載した同じ基板上に電源素子ならびに記憶素子（制御プログラムを含む）を設けることにより外部との結合手段を介さずに分析素子制御を行うことにより全く同様の評価が可能であることは言うまでもない。また、同じ基板上に通信手段を搭載し、通信手段を介して分析素子を材料加工室の外部から制御すること、通信手段を介して信号検出結果を外部へ転送することによっても、全く同様の評価が可能であることは言うまでもない。また、記憶素子内に信号検出結果を一旦記録し、基板を材料加工室の外部に取り出してから結果を読み出すことによっても、全く同様の評価が可能であることは言うまでもない。

【0016】なお、以上の実施例では、分析素子を搭載した分析用基板とプロセス試行のための被加工材料基板をそれぞれ用意して、これらを基板搬送手段により入れ替えながら評価を行う例を示したが、プロセス試行のための被加工材料基板上に直接分析素子を搭載して分析を行うことも同様に可能であることは言うまでもない。

【0017】なお、本実施例における基板では、基板に入射する電子、イオン、中性粒子の検出素子、基板上の電位、電流の検出素子として、導体膜と絶縁体膜を組み合わせてることにより形成した素子（中性粒子検出素子では電子放出材料を用いたイオン化部を含む）を、基板に入射する光の検出素子として、光応答材料、誘電体多層膜、微小孔を設けたマスクを組み合わせてることにより形成した素子を、また、基板上の温度の検出素子として、異種金属材料を組み合わせてることにより形成した素子を用いたが、異なる素子部の形成方法（異なる形成プロセス方法、異なる材料や、直接描画法と張り付け法の使い分けによる異なる素子搭載方法など）や異なる検出原理（例えば、磁場変化や固体物質の振動数変化など）を用いた素子を搭載した基板を用いても、全く同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0018】なお、本実施例では、図1にも示したように、12インチ（直径約30cm）の被加工材料基板（ウェーハ）を処理する方法ならびに装置を例として、本発明のプラズマ評価方法ならびに装置を用いたプロセス装置の開発や改良、また、プロセス条件の制御について説明したが、本発明を、これよりも寸法の小さなウェーハ（例えば、4インチ、6インチや8インチ）の処理、あるいは、これよりも寸法の大きなウェーハ（例えば、16インチあるいはそれ以上）の処理においても、同様に用いることが可能であることは言うまでもない。特に、近年、高効率な生産を目的とした半導体処理の大幅な拡大が進む中、より広い面積において均一な処理性能を

得ることが技術的に増々難しくなっている状況を考えると、本発明は、ウェーハ直径がより大きいほど効力を発揮するものといえる。また、直径の大きなウェーハになるほど、ウェーハの単価が高くなること、すなわち、生産コスト面から考えても、プロセス条件決定のための先行試行ウェーハ（試しにプロセスをやってみるためのウェーハ）の枚数を減らしていく必要があるという観点から、あらかじめプロセスに用いるプラズマの特性を評価し、得られた情報をプロセスにフィードバックする本発明のアイデアは、処理面積が増すほど効力を発揮するものといえる。

【0019】以上に述べたように、本発明を用いることにより、材料加工に用いるプラズマの特性と、プロセス性能や装置の幾何学的形状との関係等、プロセスあるいはその装置を開発、改良、制御する上で極めて重要な知見を明らかにすることができた。このような知見は、様々な角度からプラズマを見込んだポートに分析装置を設置しプラズマを評価する従来の方法では、決して明らかにすることができなかったものである。こうして、本発明の基板を用いることにより、従来、試行錯誤的に行っていたプロセスあるいはその装置の開発、改良、制御を確実な指針に従って成し遂げることが可能となった。

【0020】
【発明の効果】本発明により、従来困難であったプラズマより被加工材料基板上に入射する電子、イオン、中性粒子、光（基板入射パラメータ）、ならびに、被加工材料基板上の温度、電位、電流（基板上パラメータ）の分析と各々の間の相関関係の解析を、実際の被加工材料基板設置条件と同等な条件下で行うことが可能となり、材料加工に用いるプラズマを正確に評価することができる。これにより、材料加工に用いられるプラズマの特性と材料加工特性との関係を正確に評価することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における基板の構造とこれを用いたプラズマの評価の説明図。

【図2】本発明の実施例における基板を用いて得られたイオンの入射特性の基板面内分布。

【図3】本発明の実施例における基板を用いて得られた光の入射特性の基板面内分布。

【図4】本発明の実施例における基板を用いて得られた温度の基板面内分布。

【図5】本発明の実施例における基板を用いて得られた電位の基板面内分布。

【符号の説明】

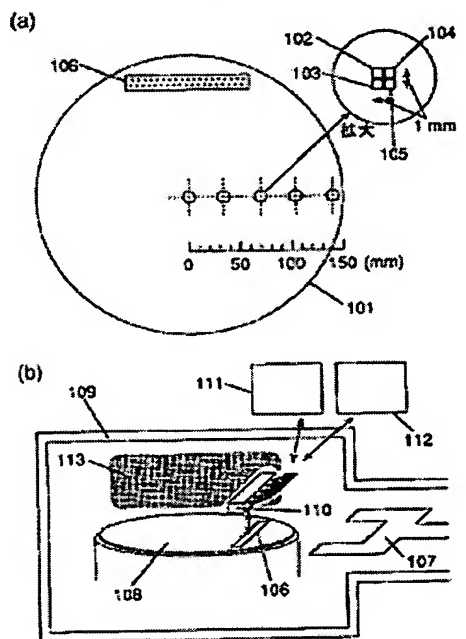
101…基板、102…イオン検出素子、103…光検出素子、104…温度検出素子、105…電位検出素子、106…コネクタ部、107…基板搬送手段、108…基板、109…材料加工室、110…コネクタ部、111…分析素子制御手段、112…信号検出手段、113…プラズマ、201…入射イオンの密度

の基板面内分布、202…入射イオンのエネルギーの基板面内分布、301…波長フィルタ（250～400 nm の光を透過）を用いた時に得られた入射光の基板径方向分布、302…波長フィルタ（400～550 nm の光を透過）を用いた時に得られた入射光の基板径方向分布、303…波長フィ

ルタ（550～700 nm の光を透過）を用いた時に得られた入射光の基板径方向分布、304…波長フィルタ（700～850 nm の光を透過）を用いた時に得られた入射光の基板径方向分布、401…基板温度の面内分布、501…基板電位の面内分布。

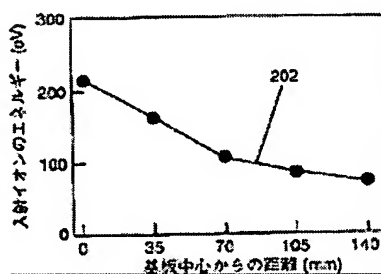
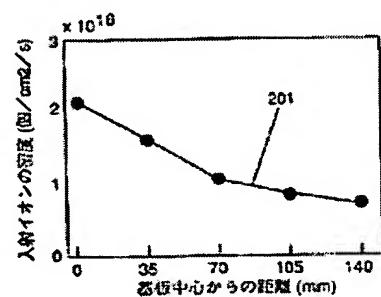
【図1】

図1



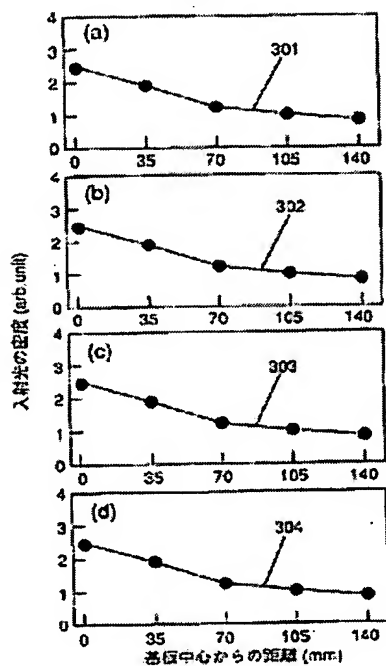
【図2】

図2



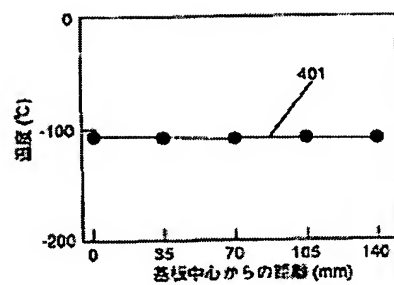
【図 3】

図 3



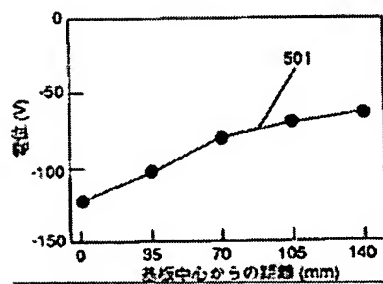
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(51)Int.Cl.6
H05H 1/00

識別記号 庁内整理番号

F I
H05H 1/00

技術表示箇所
A

(72)発明者 山本 清二
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内